

## (Ⅲ-25)

## 焼却灰を使用した路床材に関する研究(フィールドテスト)

憐都市・地盤研究所 内山勝麗

日進地下開発工業(株) ○鈴木康夫, 花田英司, 三浦徹

## 1. まえがき

下水道から発生する汚泥の処理については、重要な課題である。本報では、汚泥焼却灰の有効利用の一つとして路床材に着目し、その適用を試みたものである。

本研究は、焼却灰としての物理的性質、更に焼却灰にセメントを混入し造粒した路床材としての各種試験を行い、基本事項について把握した。又、この作成された路床材を使用して仮設試験道路を設置し、実際に車両を通行させ道路としての必要な各種試験及び測定を行い、その適用について検討した。

## 2. 適用試験

## 1) 試料

焼却灰の物理的性質をJISによる試験方法によって実施した他、焼却灰にセメントを混入し造粒した試料を4種類作成した。更に、焼却灰に砂を混入した試料も作成した。これらの配合条件を表1に示す。

## 2) 試験結果概要

試験は、表1に示す試料について物理試験、締固め試験及び修正CBR試験を行った。粒度分布からみると試料№2, 3は砂質系を、№4~8は砂分20%であるが粘土系の性質を表わす。№5, 6, 8については最適含水比が38~41%とバラツキが少なく、最大乾燥密度は $1.2g/cm^3$ 程度である。また修正CBRは№4を1とした場合、他のCBR値の増加をみると90%締固め度では№2, 3の2.9~3.5に比して、№5, 6, 7では6.1~8.0と大きくなっている。これらの傾向は締固め度95%でも同様であり、セメントを混入し造粒した試料の方が、修正CBR値を大にするには効果的であることが判明した。

以上の結果に基づき、路床路盤として適用するためには各種の規準に適合しなければならず、判定表を表1に示した。これによると、経済性を考慮してセメント10%混入し造粒した試料が最も良好と判断できる。

## 3. 道路試験

## 1) 試験方法

試験道路は、全長100mの道路を3区間に分け各々のCASE1(30m), CASE2(40m), CASE3(30m)とした。路床材に使用した試料は、図1に示すように焼却灰の造粒物(試料№6)と軟岩片を使用した。

各試験・調査の時期は、道路の経時変化を把握する意味で、施工前、施工後、施工時、経過時(撤去時を含む)の4段階で約5ヶ月間にわたって行った。施工前では現地盤において板載荷、CBR試験を行い、施工時では路床での平板載荷、CBRを主に実施した。施工後では舗装面での調査を実施し、経過時では車両の走行による道路の状況変化及びCBRの変化などを調査した。

表1. 適用試験判定表

○…適, ×…不適, △…適用にあつて注意を要する。

| 材料の<br>種別 | 判定規準                      | 試料№ |    |                                    |                |                |                 |                       |
|-----------|---------------------------|-----|----|------------------------------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------------|
|           |                           | 2   | 3  | 4                                  | 5              | 6              | 7               | 8                     |
| 路床材       | 設計CBR3以上                  | △   | △  | △                                  | △              | △              | △               | —                     |
|           | 修正CBR80以上                 | ×   | ×  | ×                                  | ×              | ×              | ×               | —                     |
|           | 0.42mmフルイ通過分に対する塑性指数4以下   | ○   | ○  | ○                                  | ○              | ○              | ○               | ○                     |
|           | 最大粒径40mm以下かつ一層仕上り厚の2分の1以下 | ○   | ○  | ○                                  | ○              | ○              | ○               | ○                     |
| 上層路盤材     | 修正CBR20以下                 | ×   | ×  | ×                                  | ×              | ×              | ×               | —                     |
|           | 0.42mmフルイ通過分に対する塑性指数6以下   | ○   | ○  | ○                                  | ○              | ○              | ○               | ○                     |
|           | 最大粒径50mm以下                | ○   | ○  | ○                                  | ○              | ○              | ○               | ○                     |
| 下層路盤材     | 路床材として以外使用できない。           | 同左  | 同左 | 路床材として以外使用できない。ただし、施工管理に十分注意する要あり。 | 上層路盤材として以外使用可能 | 上層路盤材として以外使用可能 | 路盤材として以外使用できない。 | 上層路盤材として以外使用可能と考えられる。 |

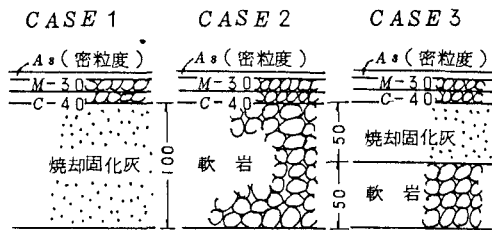


図1. 試験舗装断面図

## 2) 試験結果

施工前の現地盤は砂礫であり、沈下量2.5mmのときの地盤係数 $K_{30}=17.2\text{Kg}/\text{cm}^2$ 、 $CBR=29.3\%$ から良好な地盤といえる。

路床部分については、施工時、施工後、経過時の経時変化について追跡調査を行った。

CASE1、CASE3における含水比は、 $w=43\sim60\%$ 付近を示し、CASE1では若干高い値を示している。CBR値はいずれも1ヶ月後で高い値を示し、2ヶ月後で低くなり、その後ほぼ一定の値となった。各区分におけるCBR値の範囲と平均値は、CASE1で11.1～21.9%，平均15.8%，CASE2で52.2～103.3%，平均77.2%，CASE3で14.4～24.8%，平均19.8%となっている。尚、本調査地においては、路床土の設計CBRは8.0%として舗装厚が決定されていることを考慮すると、試験結果は良好といえよう。

舗装面においては、施工後、経過時の経時変化について、5ヶ月間 平坦性、ベンゲルマンビームによるたわみ量、ひびわれ、わだち掘れ等について調査した。

平坦性については、測定凹凸のバラツキを標準偏差 $\sigma$ で表わすが、その範囲は、L(左)側で $\sigma=1.0\sim2.3\text{mm}$ 、R(右)側で $\sigma=1.3\sim2.3\text{mm}$ と同じような値を示している。たわみ量については、全区分とも同じような状況を示し、最大たわみ量 $y_{max}=0.77\sim1.78\text{mm}$ の範囲にあり、経過時の2ヶ月後で急に減少し、4ヶ月後まで減少傾向にあるが、5ヶ月後では再び多くなった。

わだち掘れについては、わだち掘れ最大値が約3～4mm程度であり極めて少なく、目視で確認されない程度であった。ひびわれについても同じように、全く確認されなかった。このことは、測定する経過時の月数から5ヶ月間と比較的短期間であり、車両交通も比較的少ないためと考えられる。

交通量については施工後から測定を開始し、1ヶ月毎に測定を行った。当試験道路舗装厚はL交通で設計されており、1日100台未満となっている。当調査地における交通量は、施工後1ヶ月～4ヶ月後までの1ヶ月間毎における1日当たりの台数をみると、0.6～34.7台/日と少なく、撤去時までの1ヶ月間において112.5台/日と1日当たり100台を超える交通量が得られた。

以上の結果から、交通量による影響は、現段階では明確にあらわれていないものと考えられる。試験道路において、実際に車両を走行させ道路としての適正について各種の試験・調査を実施した。これらの結果については、各種の規準をクリアすることが条件であり、表2にその判定表を示す。表から総合判定すると、いずれのケースも路床材として使用可能であるが、特にCASE1では焼却灰の造粒物のみを使用するため、施工管理等に十分注意する必要がある。

## 4. あとがき

各種試験及び測定の結果は、設計値及び目標値をクリアしており、現段階では路床材として使用可能である。しかし、実際に使用するためには、更にフィールドテストを行い、長期間の試験や測定が必要であり、これらの結果をもとに十分検討して判断すべきであろう。

表2. 総合判定表

| 試験位置 | 試験・調査項目                      | 判定規準<br>(設計値・目標値)                                        | 規準 | 区 間                        |               |                   |
|------|------------------------------|----------------------------------------------------------|----|----------------------------|---------------|-------------------|
|      |                              |                                                          |    | CASE1<br>(焼却灰)             | CASE2<br>(軟岩) | CASE3<br>(焼却灰・軟岩) |
| 路床部分 | 乾燥密度( $\rho_d$ )             | 最大乾燥密度<br>$\rho_{dmax}(\text{g}/\text{cm}^3)$            | —  | △                          | ○             | ○                 |
|      | 含水比( $w$ )                   | 最適含水比<br>$w_{opt}(\%)$                                   | —  | △                          | ○             | ○                 |
|      | CBR                          | 設計CBR=8%                                                 | ①  | △                          | ○             | ○                 |
| 舗装路面 | 平坦性( $\sigma$ )<br>(縦断方向の凹凸) | 品質合格判定値<br>2.4mm以内                                       | ①  | ○                          | ○             | ○                 |
|      |                              | 自動車専用道路<br>3.5mm以内                                       | ②  | ○                          | ○             | ○                 |
|      | たわみ量( $y$ )                  | 路盤面で3mm以下                                                | ③  | ○                          | ○             | ○                 |
|      |                              | たわみ量2mm以下                                                | ④  | ○                          | ○             | ○                 |
|      | わだち掘れ( $D$ )                 | 自動車専用道路<br>2.5mm                                         | ②  | ○                          | ○             | ○                 |
|      | ひびわれ率                        | 自動車専用道路<br>2.0                                           | ②  | ○<br>なし                    | ○<br>なし       | ○<br>なし           |
| 総合判定 |                              | ①: アスファルト舗装要綱<br>②: 道路維持修繕要綱<br>③: 道路公団設計要綱<br>④: 簡易舗装要綱 |    | 路床材として使用可能<br>ただし施工管理に十分注意 | 使用可能          | 使用可能              |